مجلّه‌ی جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، شماره‌ی هفتم، پاییز و زمستان ۱۳۸۵

دکتر ابوالفضل مسعودیان
دانشگاه اصفهان

زیج سی ساله‌ی الگوهای گردشی تراز میانی جو ایران

چکیده

در این نوشتار، داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل محدوده‌ی صفر تا هفتاد درجه‌ی شرقی و ده تا شصت درجه شمالی، برای ساعت 12GMT در فاصله‌ی سالهای ۱۹۷۴ تا ۲۰۰۳، بررسی شده است. تحلیل مؤلّفه‌ی مبنای آرایه‌ی کوواریانس (همپراش) داده‌های استاندارد شده نشان داد که با سیزده مؤلّفه می‌توان نزدیک به ۹۶ درصد تغییرات داده‌ها را تبیین کرد. تحلیل خوشه‌ای مقدار نمره‌های این سیزده مؤلّفه در طول ۱۰۹۵۷ روز مورد بررسی، نشان داد که نُه الگوی گردشی مختلف در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال منطقه‌ی ما فعّال‌اند. به این ترتیب یک گاه شمار که در آن الگوی گردشی هر یک از روزهای دوره مورد بررسی مشخص شده است، به‌دست آورده‌ایم. این گاه‌شمار را زیج اَسفِزاری نامیده‌ایم. الگوهای این زیج از خود رفتار فصلی و تغییرات سال به سال نشان می‌دهند.

درآمد:

اقلیم شناسان هم‌دید ادّعا می‌کنند که الگوهای جریان هوا در ترازهای بالایی جو، تعیین‌کننده شرایط محیطی سطح زمین است (بارنال،۱۹۹۳ : ۱۱۰). البته مقصود ایشان از سطح زمین همان لایه مرزی است که تقریباً در برگیرنده دو کیلومتر اولیه‌ی جوّ است و شار گرمای نهان و محسوس موجود میان سطح زمین و جو، تنها به همین لایه محدود می‌ماند(استول، ۲۰۰۰: ۶۵). بنابراین اگر بتوان جریانهای هوا در لایه‌های بالایی جو را دارای الگوهای معیّنی دانست که در فواصل زمانی مختلف روی می‌دهند، آن‌گاه باید حاکمیّت هر الگوی معیّن یا توالی معیّنی از الگوها، منجر به بروز رویداد محیطی مشخّصی در سطح زمین شود. از این رو است که نخستین گام در کشف ارتباط میان رویدادهای محیطی سطحی با جریانهای هوا در ترازهای بالایی جو، پیدا کردن همین الگوهاست. پس از یافتن این الگوها می‌توان ارتباط آنها را با طیف گسترده‌ای از رویدادهای محیطی، مانند:

سیلاب، خشکسالی، آلودگی هوا، تغییرات عملکرد محصولات کشاورزی، حوادث جادّه‌ای، سرمازدگی، باران اسیدی، تنش‌های حرارتی، هجوم آفات گیاهی، شیوع بیماریهای همه گیر و هزاران هزار مسأله‌ی محیطی دیگر، که مستقیم یا غیر مستقیم با شرایط جوّی ارتباط‌اند، جستجو کرد. اما آیا چنین الگوهایی وجود دارند و اگر وجود دارند راه شناسایی آنها چیست؟ یک الگوی جریان جوّی، باید نماینده آرایش تقریباً ثابتی از خطوط ارتفاع ژئوپتانسیل بر یک قلمرو مکانی معیّن باشد. از این گذشته، انتظار داریم این الگوها رفتار زمانی مشخصی از خود نشان دهند. پذیرش مفهوم الگوهای گردشی خواه ناخواه بدین معناست که شرایط جوّی را شامل مجموعه‌ی گسسته‌ای از تعداد معدودی حالت معیّن بدانیم که یکی از پی دیگری پدیدار و ناپدید می‌شوند. این در حالی است که جوّ رفتاری پیوسته دارد و آرام آرام حالت کنونی خود را ترک می‌کند، به حالت تازه‌ای نزدیک می‌شود، در حالت تازه به بلوغ می‌رسد، آرام آرام حالت خود را تغییر می‌دهد و به حالت دیگری نزدیک می‌شود. بنابراین طبقه بندی جریانهای جوّی در چند الگوی گردشی متمایز، تا اندازه‌ای با رفتار واقعی جو فاصله دارد و از این جهت است که الگوهای گردشی می‌توانند پراش درون‌گروهی نسبتاً زیادی از خود نشان دهند. به بیان دیگر، با این‌که می‌دانیم آرایش جریانهای جوّی در هیچ دو روزی، دقیقاً همانند یکدیگر نیست، اما چون ناچاریم در هر صورت مجموعه‌ای از جریانهای جوّی دیده بانی شده را که به یکدیگر همانندتراند در یک طبقه جا دهیم، تفاوتهای کوچک را به حساب اختلافات فردی اعضای متعلّق به یک گروه می‌گذاریم و از آنها چشم‌پوشی می‌کنیم. همین چشم‌پوشی منشأ افزایش پراش درون‌گروهی می‌شود. بر این اساس، الگوهای گردشی بیش از آن‌که نماینده تمام عیار رفتار واقعی جو باشند، الگوی ساده شده‌ای از چگونگی رفتار جوّاند. با این حال پژوهش‌های اقلیم شناسان همدید نشان داده است که با وجود این مشکل و پیچیدگی‌های زیاد دیگری، که در این‌جا مجال طرح آنها نیست، باز هم الگوهای گردشی از توانایی زیادی برای تبیین مسائل محیطی برخوردارند. برای نمونه (کومری ۳۰۰:۱۹۹۰) در زمینه‌ی کیفیّت هوای شهر، می‌توان غلظت اوزون سطحی را به عنوان شاخص وضعیّت آلودگی هوای کلان شهر پیتزبورگ در نظر گرفت و به کمک الگوهای گردشی به تبیین این مسأله‌ی محیطی پرداخت. او در مطالعه‌ی دیگری نشان داد که اوزون حاصل از پیش عناصری که در جنوب ایالات متحده و درّه رودخانه اُهایو تولید شده، همراه با اوزون و پیش عناصری که از پیتزبورگ می‌آید سبب تخریب جنگل‌های غرب پنسیلوانیا شده است (کومری۱۹۹۲: a:۵۸). همچنین کومری (۱۹۹۲: b ۳۰۸) از مفهوم توالی تیپ بهره گرفت و روش ساده‌ای برای شناسایی همه توالی‌های

محتمل تیپ‌های هم‌دید در همه رویکردهای گردشی به محیطی ابداع کرد. او با استفاده از مسأله‌ی کیفیّت هوای پیتزبورگ، نشان داد که به کمک این روش می‌توان آگاهی‌های زیادی از توالی‌هایی که از لحاظ اقلیمی معنادارند، به‌دست آورد. یارنال (۱۵۸:۱۹۹۱) بررسی نسبتاً جامعی روی باران اسیدی انجام داده است. او نشان داد که به کمک اقلیم‌شناسی هم‌دید می‌توان آگاهی‌هایی درباره ارتباط منشأ آلودگی با باران اسیدی پیدا کرد، که با روش‌های دیگر به دست نمی‌آید. تحقیقات دیلی (۲۰۷:۱۹۹۲) نشان می‌دهد که بین تغییرات اقلیمی و عملکرد ذرت رابطه آماری دقیق دیده می‌شود. به نظر می‌رسد که هوا، تراز آب رودخانه‌ها و اسیدیته‌ی رودخانه‌ها به هم مرتبط‌اند. محقّقان زیادی (مثل موریس و توماس ۴۶: ۱۹۸۷، کرکس و فریدمن ۱۳۵:۱۹۸۹، سیپ و همکاران ۴۰۰:۱۹۸۹) افزایش غلظت سولفات آب رودخانه‌ها را با افزایش آبدهی آنها مرتبط دانسته‌اند. بیشتر این مطالعات در مورد برفاب و تک بارش‌ها بوده‌اند (هاروی و ولپداله ۵۸۳:۱۹۸۶، برد و همکاران ۳۳۰:۱۹۸۷، موریس و توماس ۴۸:۱۹۸۷، آبراهامز و همکاران ۲۴۱:۱۹۸۹) و با تغییر شرایط هواشناختی غلظت سولفات آبهای سطحی، تغییرات چشمگیری پیدا می‌کند (لینچ و کوربت ۱۷۰۰:۱۹۸۹). نمونه‌های این تحقیقات، که مسائل محیطی را به کمک روش‌های هم‌دید بررسی کرده‌اند، فراوان است.

داده‌ها و روش شناسی

از آن‌جا که الگوی جریان‌های جوّی‌تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، نقش تعیین کننده‌ای در تغییرات متغیّرهای اساسی اقلیمی ایران (دما و بارش) دارد (علیجانی ۲۰۰۲: ۵۰) و هدف از شناسایی الگوهای گردشی ایران فراهم آوردن زمینه‌ی پژوهش‌های بعدی در مورد ارتباط این الگوها با رویدادهای محیطی، به‌ویژه سیلاب بوده است. برای تهیه‌ی زیج الگوهای گردشی، داده‌های تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را به‌کار برده‌ایم. زیج الگوهای گردشی در واقع گاه‌شماری است که در آن به هریک از روزهای تقویمی یک الگوی گردشی نسبت داده شده باشد.

داده‌های روزانه ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت 12GMT را برای چارچوب (مختصّات) صفر تا هفتاد درجه‌ی طول شرقی و ده تا شصت درجه‌ی عرض شمالی، در فاصله‌ی سالهای ۱۹۷۴ تا ۲۰۰۳، از پایگاه داده‌های اقلیمی NCEP/NCAR استخراج کردیم. به این ترتیب داده‌های سی ساله (۱۰۹۵۷ روز) برای شناسایی الگوها فراهم شد. تفکیک مکانی این داده‌ها ۲/۵*۲/۵ درجه است و بنابر این برای هر روز در راستای طول جغرافیایی ۲۹ یاخته و در راستای عرض جغرافیایی ۲۱ یاخته وجود داشته است. به این ترتیب آرایش

خطوط ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای هر روز با ۶۰۹ مقدار مشخص می‌شود. سرانجام آرایه‌ی داده‌ها به ابعاد ۶۰۹ * ۱۰۹۵۷ آماده شد. در واقع این آرایه ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ۶۰۹ مکان را طی ۱۰۹۵۷ روز در بردارد. در گام بعدی، میانگین و انحراف معیار ارتفاع ژئوپتانسیل هر روز محاسبه و بر مبنای آن داده‌ها استاندارد سازی شد.

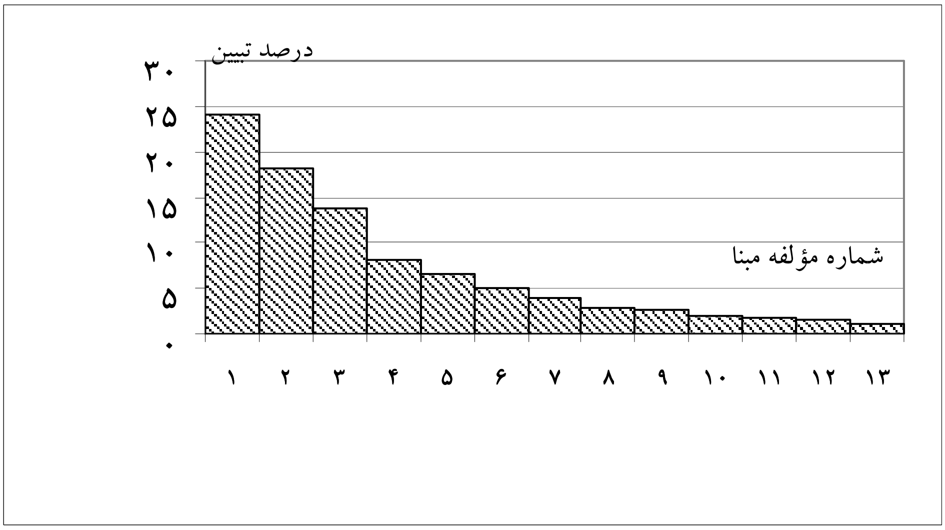
Zhgt(i,j) = [hgt(i,j) –AVGhgt(i)] / SDhgt(i)	۱

(Zhgt(i,j))مقدار ارتفاع ژئوپتانسیل استاندارد شده برای روز i ام روی نقطه j ام، (hgt(i,j)) مقدار ارتفاع ژئوپتانسیل برای روز i ام روی نقطه j ام، (AVGhgt(i)) میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل برای روز i ام و (SDhgt(i)) انحراف معیار ارتفاع ژئوپتانسیل برای روز i ام است. سپس یک تحلیل مؤلّفه‌ی مبنا بر روی آرایه ارتفاع ژئوپتانسیل استاندارد شده تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال به ابعاد ۶۰۹*۱۰۹۵۷ انجام گرفت. هدف از این تحلیل از یک سو کاهش حجم داده‌ها و از سوی دیگر شناسایی مهمترین الگوهای زمانی و الگوهای مکانی تغییرات ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در قلمرو مورد بررسی بوده است. برای انتخاب مهمترین مؤلّفه‌ها، اصل تبیین بیش از یک درصد را پذیرفتیم. براین اساس، تنها مؤلّفه‌هایی را برای تحلیل‌های بعدی نگاه داشتیم که بیش از یک درصد تغییرات ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را تبیین می‌کردند (تصویر ۱). این تحلیل نشان داد که با سیزده مؤلّفه می‌توان نزدیک به ۹۶ درصد تغییرات داده‌ها را تبیین کرد. به این ترتیب آرایه‌ی الگوهای مکانی (بار مؤلّفه‌ها) و آرایه‌ی الگوهای زمانی (نمرات مؤلّفه‌ها) را در مؤلّفه‌ی سیزدهم بریدیم و دو آرایه به ترتیب به ابعاد ۱۳*۶۰۹ برای الگوهای مکانی و ۱۳*۱۰۹۵۷ برای الگوهای مکانی به‌دست آمد.

تحلیل مؤلّفه مبنای ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

آرایه بارهای مؤلّفه‌ها (۱۳*۶۰۹) در نرم افزار Surfer 8.0 روی چارچوب (مختصّات) صفر تا هفتاد درجه‌ی طول شرقی و ده تا شصت درجه‌ی عرض شمالی با یاخته‌های ۲/۵*۲/۵ درجه و به روش نزدیکترین همسایه به نقشه تبدیل شد و خطوط هم مقدار آن ترسیم شد. به این ترتیب سیزده نقشه به دست آمد که به ترتیب اهمیت، معرّف آرایش‌های اصلی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال هستند. این آرایش‌های اصلی را باید به مثابه عناصر جدول مندلیف در نظر گرفت که در آن عناصر ساده معرّفی شده‌اند در صورتی که در طبیعت غالباً با مواد مرکب روبرو می‌شویم که ترکیبی از این عناصر ساده‌اند. بر این قیاس، آرایش‌های

مختلف جریانهای جوّی، که در عمل مشاهده میشوند، ترکیبی از این سیزده مؤلّفه هستند. از سوی دیگر آرایهی نمرات مؤلّفهها به ابعاد ۱۳*۱۰۹۵۷ نشان میدهد که ارزش هر مؤلّفه در هر روز چه مقدار بوده است. این آرایه در نرم افزار اکسل به سیزده نمودار تبدیل شد. بنابر این الگوی گردشی هر روز از سال ترکیبی از آرایهی بارها و آرایهی نمرات مؤلّفههاست. در واقع حاصلضرب این دو آرایه، الگوی واقعی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال هر روز را معلوم میکند. پس نقشههای مؤلّفهها در پرتو نمرات مؤلّفههای هر روز معنا پیدا میکنند.



تصویر ۱) درصد تبیین سیزده مولفه

مؤلّفهی اول حدود ۲۴ درصد تغییرات را تبیین میکند. الگوی مکانی این مؤلّفه نمایندهی یک پرارتفاع گسترده است که هستهی آن در شمال دریاچهی خوارزم قرار دارد، تقریباً تمامی ایران را در برگرفته و مدیترانه و شمال آفریقا را در مینوردد. دو سوی این پرارتفاع را دو کم ارتفاع در برگرفتهاند. هستهی کم ارتفاعی که روی دانمارک جاگرفته، بسیار قویتر است (تصویر ۲). در روزهایی که نمره مؤلّفه یک مقادیر مثبت بزرگ دارد، الگوی واقعی جریان هوا دارای همین آرایش مکانی است. در روزهایی که مقدار آن صفر است این مؤلّفه خاموش است و در روزهایی که نمره مؤلّفه یک مقادیر منفی بزرگ دارد، الگوی واقعی جریان هوا

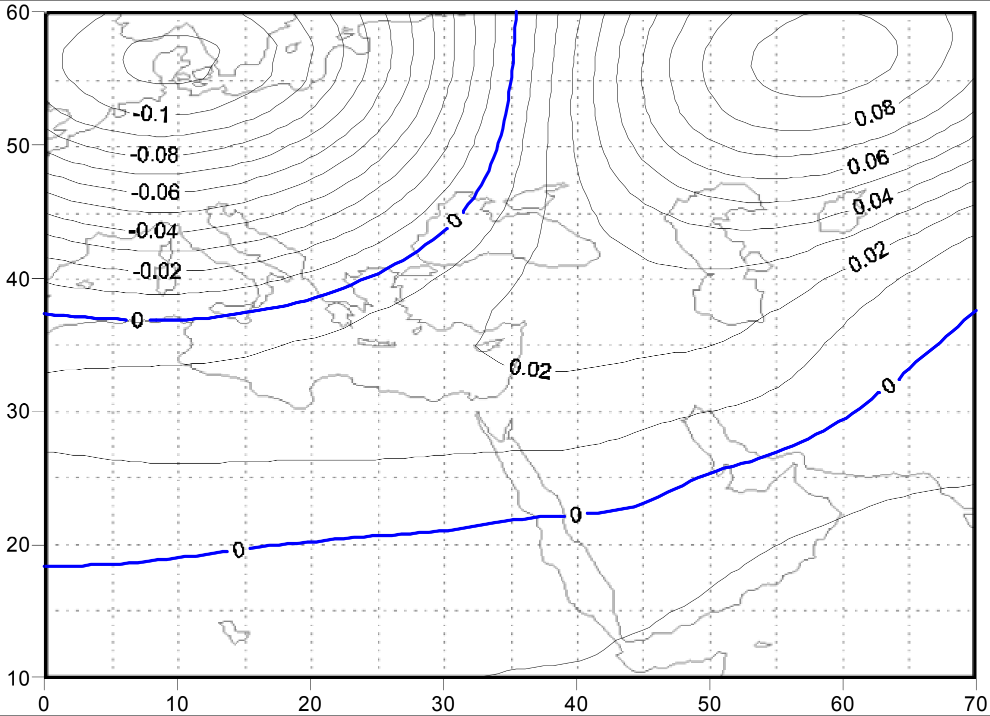
همین آرایش مکانی را دارد، اما به‌جای پرارتفاع، الگوهای کم ارتفاع و به‌جای کم ارتفـاع، الگوهـای پرارتفـاع می‌نشینند. این مؤلّفه رفتار فصلی قوی (دو چرخه در سال) نشان می‌دهد (تصویر ۳). به بیان دیگر این مؤلّفه در هـر سال دو فاز منفی و دو فاز مثبت نشان می‌دهد.

مؤلّفه‌ی دوم حدود ۱۸ درصد تغییرات را تبیین می‌کند و از نظر الگوی مکانی تقریباً نقطه مقابل مؤلّفه‌ی اوّل است. در بین مدارهای ۲۵ تا ۵۰ درجه، یک کم ارتفـاع دو هـسته‌ای دیـده مـی‌شـود (تـصویر ۴). کـانون قـویتر این کم ارتفاع روی ساردینیا (غرب ایتالیا) و کانون ضعیف‌تر آن روی کرانه‌هـای جنـوبی خـزر جاگرفتـه اسـت. الگوی زمانی این مؤلّفه رفتار دوفصلی قوی (یک چرخه در سال) از خود نشان می‌دهد (تصویر ۵).

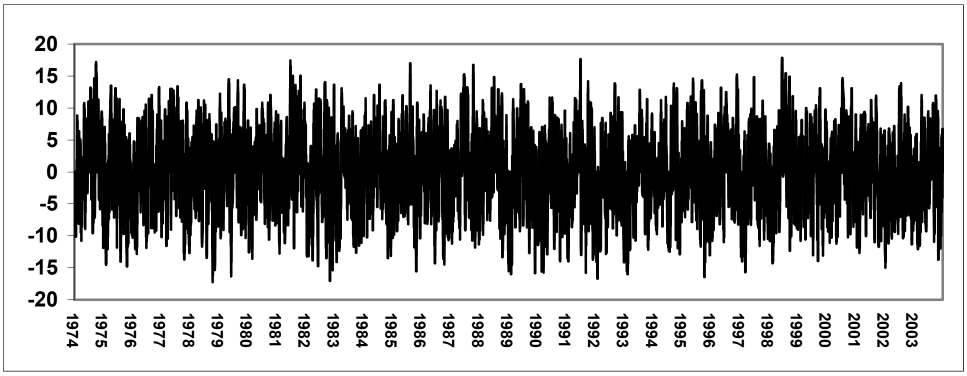
مؤلّفه‌ی سوم حدود ۱۴ درصد تغییرات را تبیین می‌کند و نماینده حاکمیّت یک فرود (تراف) بـسیار عمیـق روی بخش شرقی مدیترانه است. کانون این فرود (تراف) بین مینسک و مسکو جاگرفتـه اسـت و محـور آن تـا فراسوی غرب الجزایر کشیده می‌شود. ایران در نیمه‌ی شرقی این فرود (تراف) جاگرفته است (تصویر ۶). الگوی زمانی این مؤلّفه رفتار دوفصلی (یک چرخه در سال) از خود نشان می‌دهد (تصویر ۷). برای رعایت اختصار به بیان دیگر مؤلّفه‌ها نمی‌پردازیم.

شناسایی الگوهای گردشی

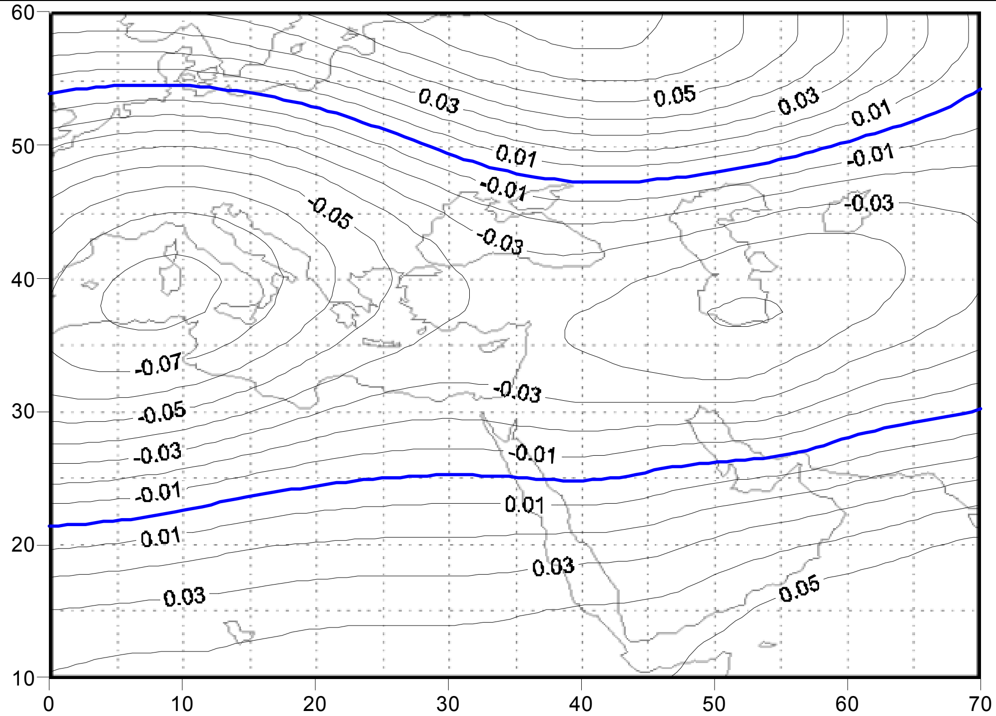
یک الگوی گردشی بر حسب ترکیب ویژه‌ای از نمرات مؤلّفه‌های مبنا تعریـف مـی‌شـود. بنـابراین تمـامی روزهایی که از نظر مقدار سیزده مؤلّفه‌ی مبنای مذکور به یکدیگر همانند بوده‌اند، اعضای یک الگوی گردشی را تشکیل می‌دهند. بر پایه‌ی این استدلال یک تحلیل خوشه‌ای با روش ادغام **وارد** روی آرایه نمرات مؤلّفـه‌هـا (۱۳*۱۰۹۵۷) انجام دادیم. این بررسی نشان داد که بر اساس مقادیر سیزده مؤلّفه‌ی مبنا در ۱۰۹۵۷ روز (سی سال) نُه الگوی گردشی می‌توان شناسایی کرد (تصویر ۸). هر الگوی گردشی از نظر مقدار مؤلّفه‌های مبنا از الگوهـای دیگر متمایز می‌شود (جدول ۱). به بیان دیگر هر الگوی گردشی ترکیـب ویـژه‌ای از مقـادیر مؤلّفـه‌هـای مبنـا را نمایش می‌دهد. بنابر این هریک از روزهای مورد بررسی را می‌توان بر حسب مقادیر مؤلّفـه‌هایـشان در یکـی از این الگوهای گردشی جا داد و زیج الگوهای گردشی را بـه‌دسـت آورد. ایـن زیـج را مـی‌توانیـد از راه تمـاس اینترنتی با نگارنده به‌دست آورید.



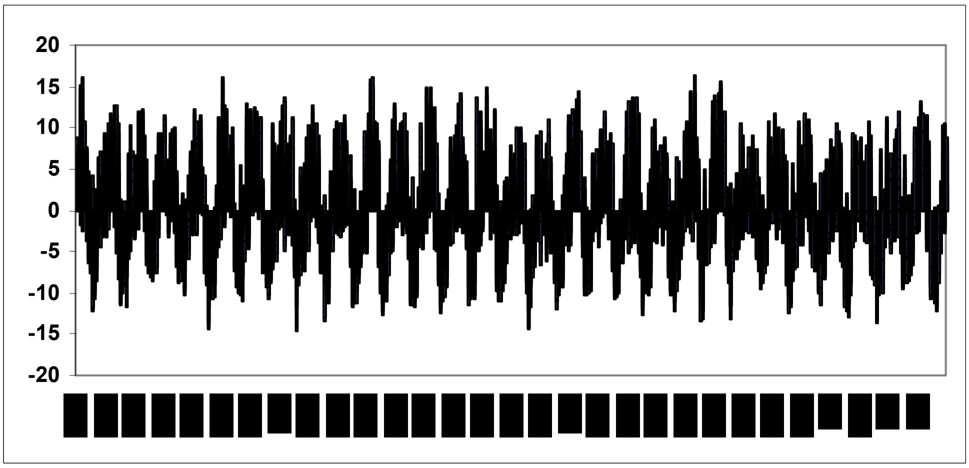
تصویر ۲) الگوی مکانی مولفه شماره یک (واحد: بدون بعد)



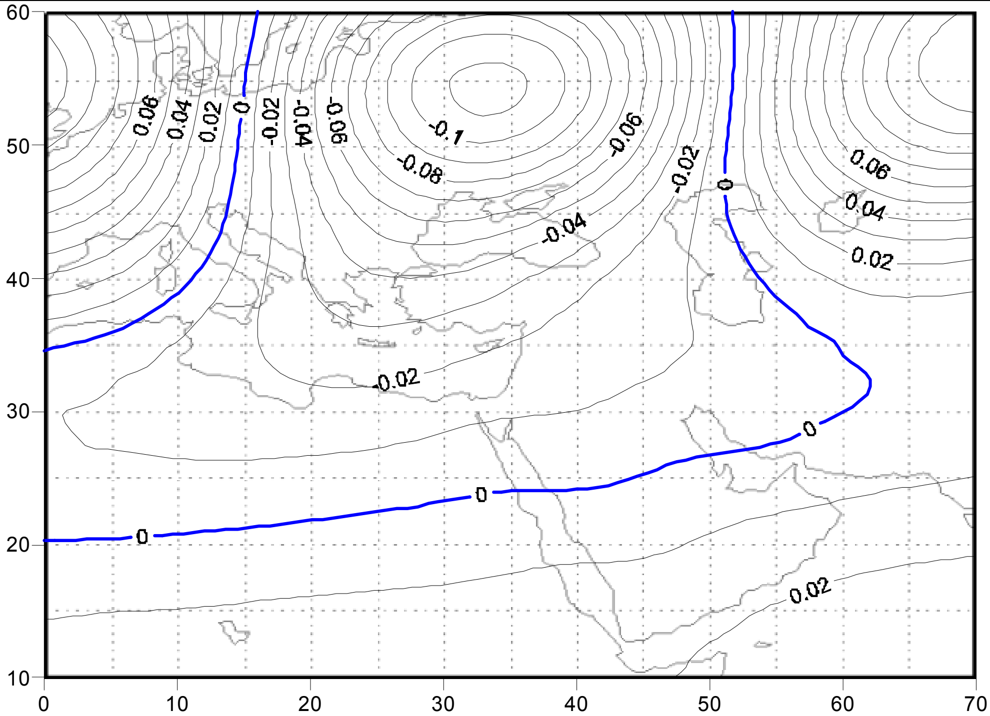
تصویر ۳) الگوی زمانی مولفه شماره یک (واحد: بدون بعد)



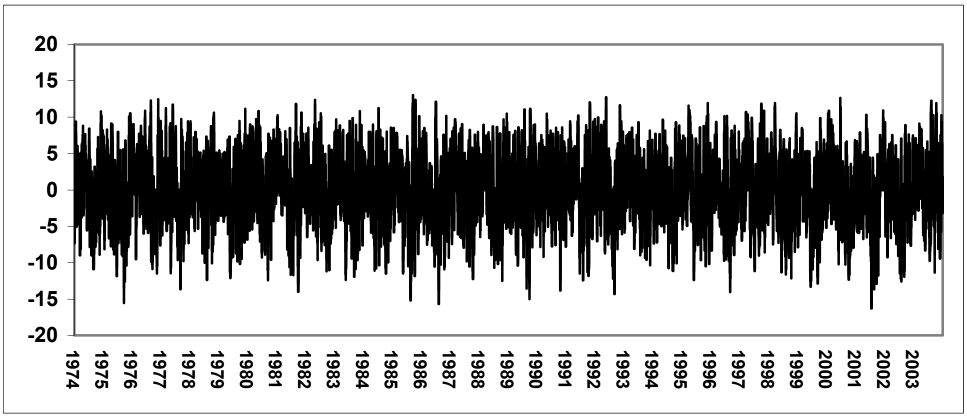
تصویر ۴) الگوی مکانی مولفه شماره دو (واحد: بدون بعد)



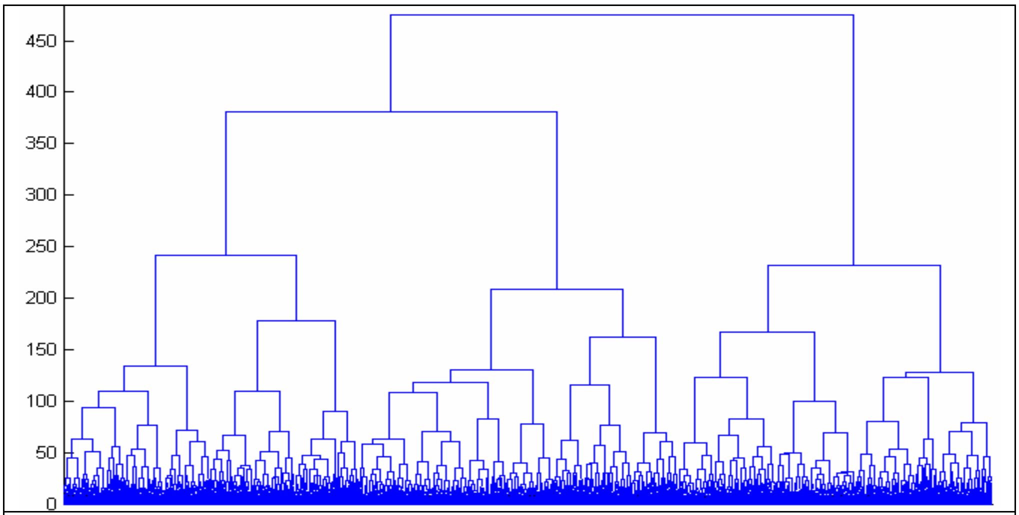
تصویر ۵) الگوی زمانی مولفه شماره دو (واحد: بدون بعد)



تصویر ۶) الگوی مکانی مولفه شماره سه (واحد: بدون بعد)



تصویر ۷) الگوی زمانی مولفه شماره سه (واحد: بدون بعد)



تصویر ۸) دارنمای (نمودار درختی) نمرات سیزده مؤلّفه مبنا برای ۱۰۹۵۷ روز مورد بررسی

با بررسی این زیج می‌توان ویژگی‌های رفتاری الگوهای گردشی را کشف کرد و پس از آن ارتباط این ویژگیها را با رویدادهای محیطی سطحی بررسی کرد.

برای هر الگوی گردشی می‌توان یک روز نماینده پیدا کرد، که معرّف آرایش توپوگرافی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در زمان حاکمیّت آن الگو باشد. در اینجا روز نماینده را روزی دانسته‌ایم که به‌طور متوسط با دیگر اعضای هم‌گروه خود بالاترین همبستگی را داشته است. مقادیر همبستگی روز نماینده نشان می‌دهد که روزهای انتخاب شده تا اندازه زیادی معرّف افراد هم‌گروه خود هستند (جدول ۲). همچنین، برای هر گروه میانگین همبستگی همه اعضای گروه با یکدیگر نیز محاسبه شد، که معیاری از درجه‌ی همگنی اعضای گروه با یکدیگر است. مقادیر همبستگی درون‌گروهی نشان داد که الگوهای گردشی به‌دست آمده از انسجام و همگنی درونی خوبی برخورداراند (جدول ۲).

جدول ۱) میانگین نمرات سیزده مؤلّفه برای نُه الگوی گردشی

	۱	۲	۳	٤	۵	٦	۷	۸	۹
مؤلّفه ۱	−۷/۲۰	۲/۹۲	−۶/۰۶	−۵/۲۳	۲/۱۰	۱۰/۲۰	۰/۴۰	۷/۸۴	۰/۳۲
مؤلّفه ۲	۵/۵۸	۲/۱۲	−۱/۷۳	۰/۶۱	۶/۹۱	۴/۱۶	−۵/۲۷	−۳/۶۲	−۶/۵۹
مؤلّفه ۳	−۰/۷۵	۲/۲۲	−۳/۱۸	۳/۸۹	−۲/۵۵	−۲/۲۹	۳/۴۰	−۲/۰۴	−۳/۸۹
مؤلّفه ۴	−۱/۰۳	−۱/۱۴	۱/۶۹	−۲/۳۸	۰/۴۳	۱/۱۸	۱/۹۶	−۰/۴۵	−۰/۸۹
مؤلّفه ۵	۰/۴۴	−۱/۳۲	۰/۱۷	۰/۳۳	۰/۲۹	−۰/۲۹	−۰/۳۲	۱/۹۶	۰/۵۲
مؤلّفه ۶	−۰/۴۴	−۰/۲۹	۰/۰۳	۰/۳۲	۰/۱۸	۰/۵۸	۰/۳۲	۰/۲۳	−۰/۶۱
مؤلّفه ۷	۰/۸۰	−۰/۳۷	−۰/۳۸	۰/۱۷	−۰/۴۴	−۰/۰۴	۰/۳۰	۰/۴۹	−۰/۲۷
مؤلّفه ۸	−۰/۵۸	۰/۷۱	۰/۲۱	۰/۳۱	−۰/۳۱	−۰/۹۰	−۰/۴۴	−۰/۰۲	−۰/۰۳
مؤلّفه ۹	−۰/۱۶	−۰/۱۴	۰/۲۹	−۰/۴۰	۰/۰۴	۰/۲۶	−۰/۱۱	−۰/۰۲	۰/۵۸
مؤلّفه ۱۰	۰/۳۶	۰/۲۶	−۰/۳۲	۰/۲۰	−۰/۲۲	−۰/۱۲	۰/۰۲	−۰/۰۹	−۰/۴۷
مؤلّفه ۱۱	۰/۰۴	−۰/۰۱	۰/۱۴	−۰/۰۹	−۰/۳۷	۰/۲۹	−۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۱۷
مؤلّفه ۱۲	۰/۰۳	−۰/۱۳	−۰/۰۱	۰/۲۰	−۰/۰۱	۰/۰۳	−۰/۱۰	۰/۱۵	۰/۱۴
مؤلّفه ۱۳	−۰/۵۰	۰/۲۷	۰/۱۵	۰/۰۴	۰/۱۸	−۰/۸۹	۰/۰۱	−۰/۱۵	۰/۲۰

جدول ۲) نمایندگان نُه الگوهای گردشی

الگوی گردشی	فراوانی(روز)	درصدفراوانی	روز نماینده	همبستگی روز نماینده	همبستگی درونگروهی
۱	۱۱۴۹	۱۰/۵	۱۹۸۰/۲/۲۰	۰/۶۹۶	۰/۵۲۰
۲	۲۲۸۸	۲۰/۹	۱۹۷۶/۱۲/۲۸	۰/۴۳۴	۰/۲۲۵
۳	۱۶۱۵	۱۴/۷	۱۹۷۶/۹/۲۳	۰/۵۶۳	۰/۳۳۲
۴	۹۴۵	۸/۶	۱۹۹۰/۱/۲۱	۰/۶۲۴	۰/۴۳۴
۵	۹۲۵	۸/۴	۱۹۸۶/۱/۲۹	۰/۶۰۲	۰/۳۹۵
۶	۵۴۹	۵/۰	۱۹۹۶/۱۱/۲۰	۰/۷۷۷	۰/۶۲۶
۷	۱۷۲۳	۱۵/۷	۱۹۷۴/۵/۲۶	۰/۵۴۳	۰/۳۲۴
۸	۱۰۰۲	۹/۱	۱۹۷۶/۷/۳۱	۰/۶۹۱	۰/۵۰۳
۹	۷۹۱	۶/۹	۱۹۸۲/۸/۱۸	۰/۵۸۹	۰/۳۸۸

الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

با مشخص شدن روزهای نماینده، نقشه‌ی توپوگرافی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ساعت 12GMT این روزها، از پایگاه داده NCEP/NCAR به کمک نرم افزار گرادس ترسیم شد.

روز نماینده الگوی شماره یک (MP1) بیستم فوریه ۱۹۸۰ بوده است. بسامد این الگو در حدود ۱۰/۵ درصد بوده است (جدول ۲). این الگو نماینده حاکمیّت یک پر ارتفاع روی اسکاندیناوی و یک کم ارتفاع روی شمال دریاچه‌ی خوارزم است. بخش‌های شمالی ایران در قلمرو حاکمیّت این کم ارتفاع قرار می گیرد، اما روی بخش‌های جنوبی کشور وزش مداری حاکم است (تصویر ۹).

روز نماینده‌ی الگوی شماره دو (MP2)، بیست و هشتم دسامبر ۱۹۷۶ بوده است. بسامد این الگو در حدود ۲۱ درصد بوده است (جدول ۲). این الگو نماینده‌ی حاکمیّت یک فرود (تراف) کم عمق روی دریای سرخ و یک فراز (ریج) روی ایران است (تصویر ۱۰).

در زمان حاکمیّت الگوی شماره سه (MP3) یک فرود (تراف) روی دریای سیاه مستقر می‌شود که بخش‌های شمالی ایران را متأثّر می‌سازد، اما بخش‌های جنوبی کشور زیر سلطه‌ی پر ارتفاع کشیده‌ای است که وزش مداری را حاکم می‌سازد (تصویر ۱۱). این وضعیّت در ۱۵ درصد روزها دیده می‌شود (جدول ۲).

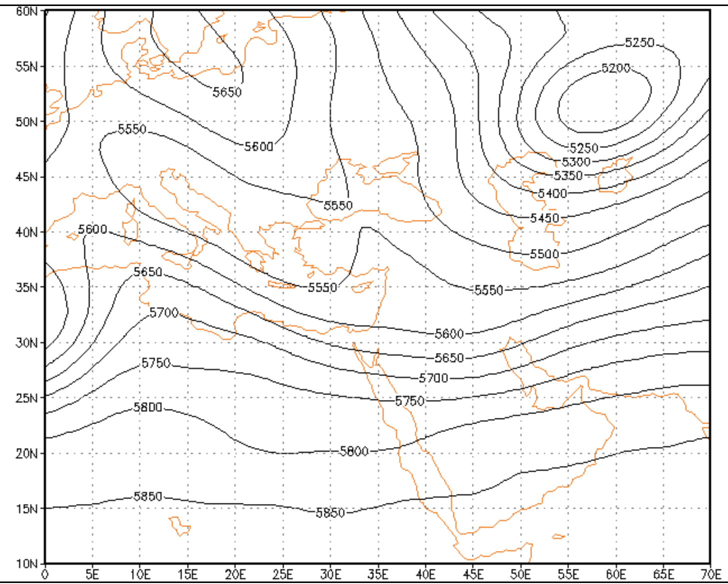
در زمان حاکمیّت الگوی شماره چهار (MP4)،یک فرود (تراف) عمیق روی دریای سیاه و شرقی‌ترین بخش مدیترانه مستقر می‌شود که ایران در نیمه‌ی شرقی آن قرار می گیرد (تصویر ۱۲). این وضعیّت در ۸/۵ درصد روزها دیده می‌شود (جدول ۲).

الگوی شماره پنج (MP5)، با حاکمیّت یک کم ارتفاع عمیق روی شمال قزاقستان و یک فرود (تراف) روی شرق مدیترانه همراه است و ایران در بین این دو سامانه قرار می گیرد (تصویر ۱۳). این شرایط نیز در حدود ۸/۵ درصد روزها رخ می‌دهد (جدول ۲).

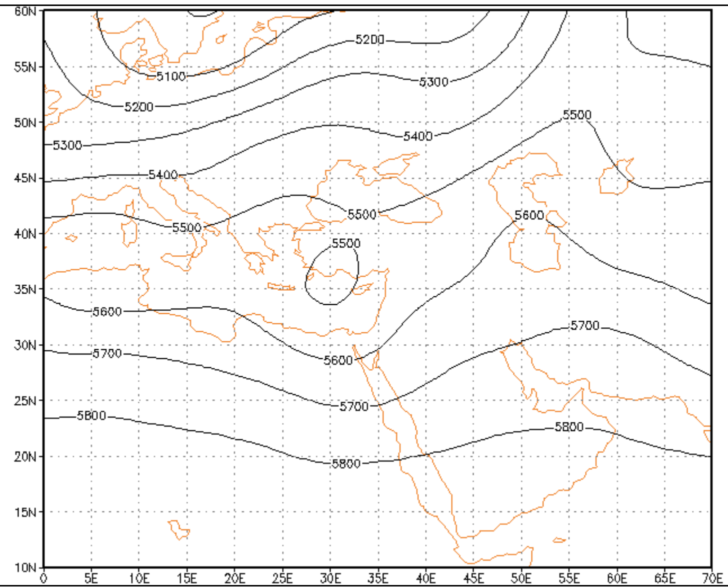
الگوی شماره شش (MP6) با حاکمیّت یک کم ارتفاع عمیق روی دریای شمال، یک پر ارتفاع روی شمال دریای خزر، یک فرود (تراف) روی عراق و عربستان و یک فراز (ریج) روی ایران همراه است (تصویر ۱۴). این شرایط نیز در حدود ۵ درصد روزها رخ می‌دهد (جدول ۲).

در زمان حاکمیّت الگوی شماره هفت (MP7)، بادهای غربی کاملاً به شمال پس نشسته‌اند و یک فرود (تراف) کم عمق روی اروپای شرقی استقرار دارد. ایران زیر سلطه‌ی پر ارتفاع کشیده‌ای است که عرضهای زیر

۴۰ درجه شمالی را در بر گرفته است (تصویر ۱۵). این وضعیّت تقریباً در ۱۶ درصد روزها دیده می‌شود (جدول ۲).



تصویر ۹) الگوی گردشی شماره یک (MP1)



تصویر ۱۰) الگوی گردشی شماره دو (MP2)

الگوی شماره هشت (MP8)، معرّف حالت قویتر الگوی شماره هفت است. پرارتفاع به‌طور کامل ایـران را دربرگرفته است (تصویر ۱۶). این وضعیّت در ۹ درصد روزها روی می‌دهد (جدول ۲).

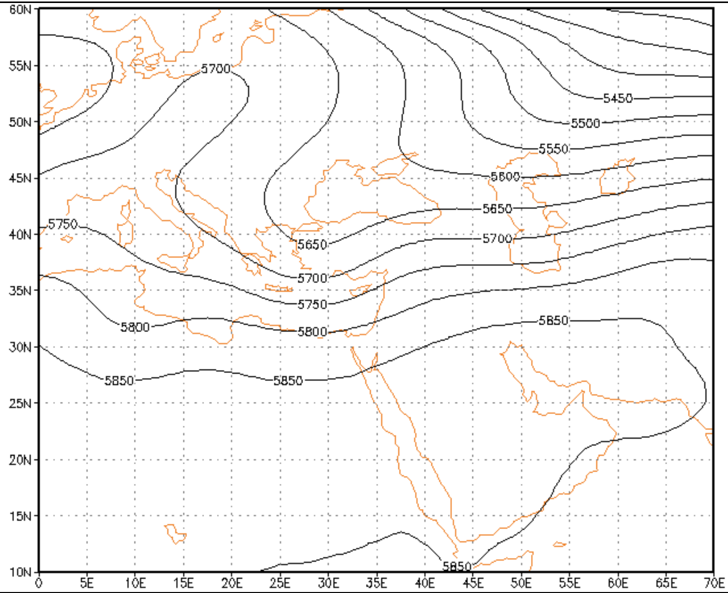
الگوی شماره نُه (MP9)، معرّف استقرار یک پرارتفاع روی عـراق و عربـستان اسـت کـه ایـران و بـه‌ویـژه جنوب‌شرق کشور را در برمی‌گیرد. روی مدیترانه یک فرود (تراف) کم عمق شکل می‌گیرد کـه محـور آن از روی یونان می‌گذرد (تصویر ۱۷). این وضعیّت در ۷ درصد روزها روی می‌دهد (جدول ۲).

نتیجه گیری

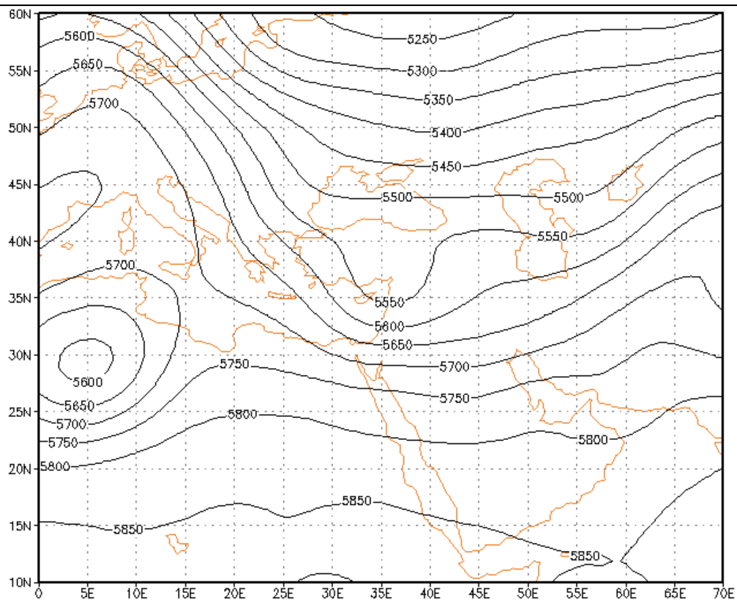
بررسی تغییرات روزانه‌ی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال را در طیّ سی سـال (۲۰۰۳-۱۹۷۴) نـشان می‌دهد که الگوهای گردشی تروپوسفر میانی در محـدوده‌ی صـفر تـا هفتـاد درجـه‌ی شـرقی و ده تـا شـصت درجه‌ی شمالی حاصل ترکیب سیزده مؤلّفه‌ی مبناست. تحلیل خوشه‌ای این سیزده مؤلّفه آشکار می‌سازد که در مجموع نُه الگوی گردشی متمایز در محدوده‌ی یاد شده حاکم هستند. برخی از این الگوها از خود رفتار فـصلی نشان می‌دهند و فراوانی آنها از سالی به سال دیگر تغییر می‌کند. به نظر می‌رسد تغییرات فصول اقلیمی و تغییرات اقلیمی سالانه با تغییرات بسامد این نُه الگوی گردشی ارتباط دارند. الگوهایی که با استقرار پرارتفاع و فراز (ریج) روی همه یا بخش بزرگی از ایران همراه‌اند از فراوانی زیادی برخوردارند.

چون در این نوشتار تنها به دنبال تبیین چگونگی شناسایی الگوهای گردشی بـوده‌ایـم، از بیـان ویژگـی‌هـای تفصیلی این الگوها پرهیز کرده‌ایم. برخی از ویژگی‌های مهم این الگوها که مـی‌توانـد نقـش مهمّـی در روشـن ساختن خصوصیّات آب و هوایی ایران داشته باشند، بررسی شده‌اند که در نوشتار جداگانه‌ای منتشر خواهد شد. بسامد فصلی الگوها، تغییرات سالانه‌ی بسامد الگوها، همبستگی میـان‌گروهـی الگوهـا، تـوالی الگوهـا، تـداوم و فترت الگوها، از جمله این ویژگی‌ها هستند.

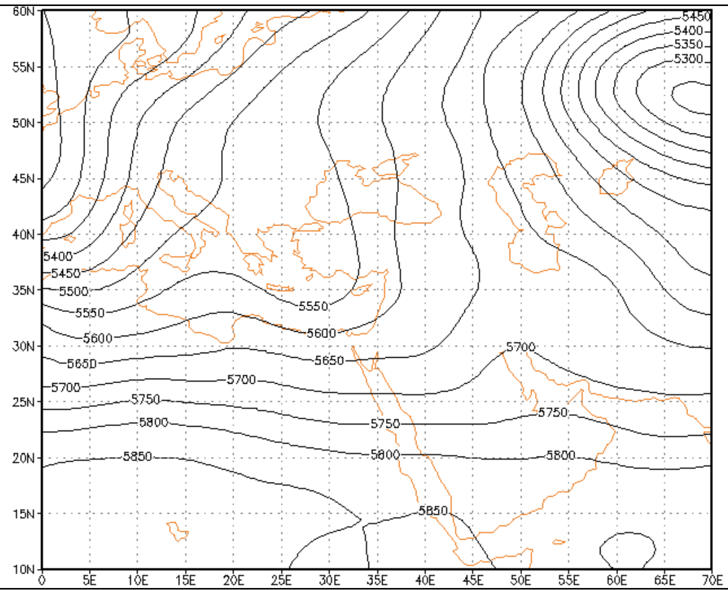
این زیج را به افتخار حکیم خواجه ابوحاتم مظفربن اسماعیل اَسفِزاری، آب و هواشناس قرن پنجم هجری و صاحب کتاب آثار علوی، به نام زیج اَسفِزاری نامگذاری کرده‌ایم. این زیج مـی‌توانـد مبنـای مطالعـه‌ی ارتبـاط الگوهای گردشی تراز میانی جو با رویدادهای محیطی سطحی و به‌ویژه بلایای اقلیمی ایران قرار گیرد.



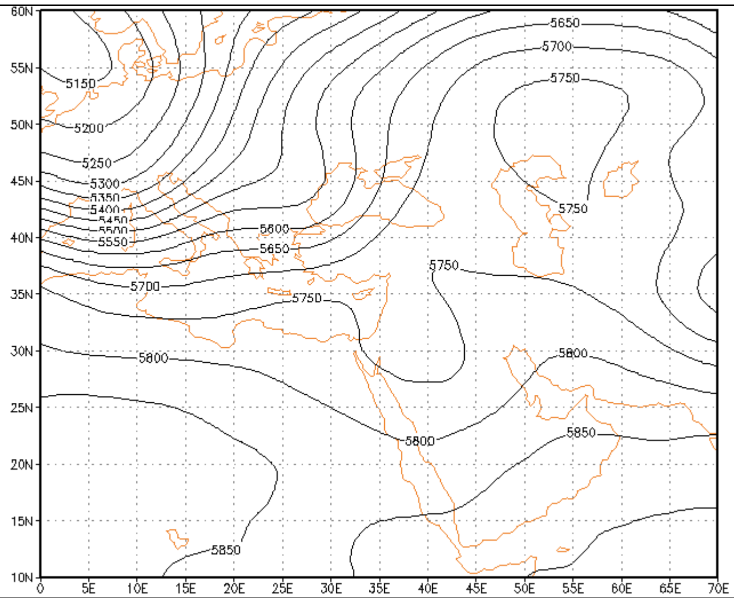
تصویر ۱۱) الگوی گردشی شماره سه (MP3)



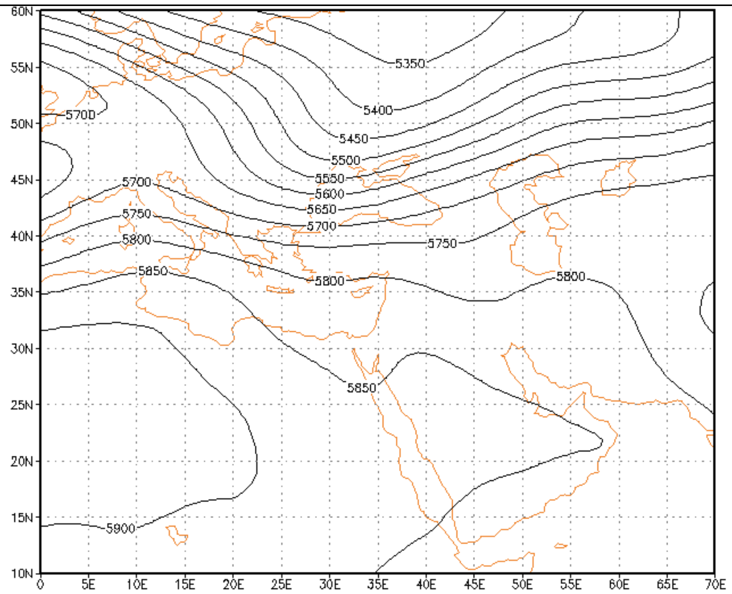
تصویر ۱۲) الگوی گردشی شماره چهار (MP4)



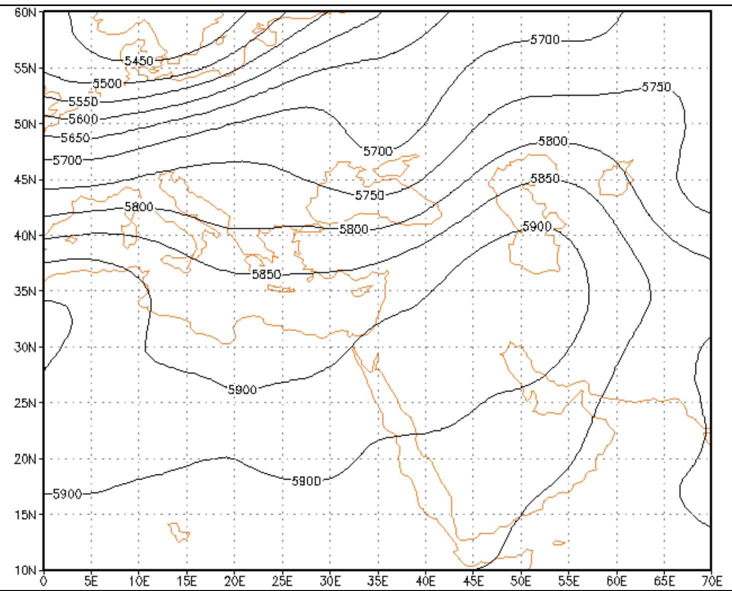
تصویر ۱۳) الگوی گردشی شماره پنج (MP5)



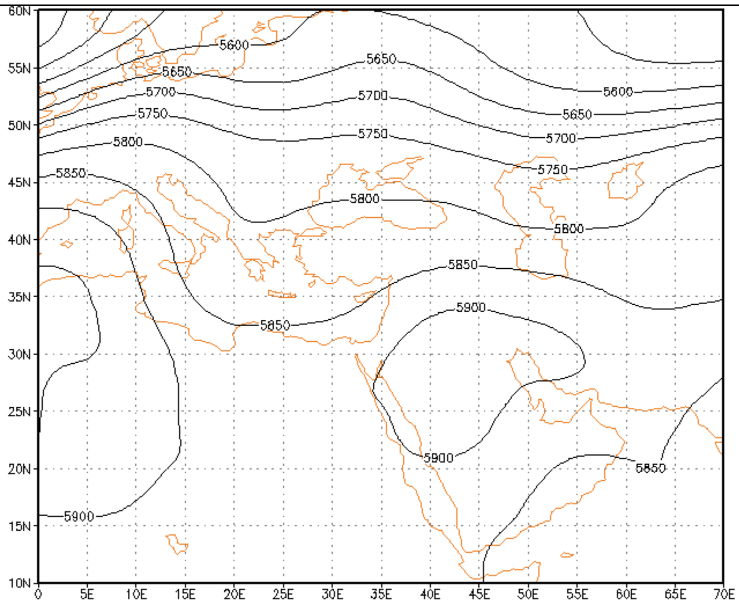
تصویر ۱۴) الگوی گردشی شماره شش (MP6)



تصویر ۱۵) الگوی گردشی شماره هفت (MP7)



تصویر ۱۶) الگوی گردشی شماره هشت (MP8)



تصویر ۱۷) الگوی گردشی شماره نُه (MP9)

سپاسگزاری

انجام این پژوهش با اعتبارات طرح پژوهشی« پیش بینی سیلاب‌های استان چهار محال و بختیاری» امکان‌پذیر شد. نگارنده از معاونت عمرانی استانداری چهارمحال و بختیاری و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی به جهت تأمین اعتبارات سپاسگزاری می‌نماید. از کارکنان معاونت پژوهشی دانشگاه اصفهان، برای پشتیبانی‌های ستادی ارزشمندشان سپاسگزاری می‌نمایم. از NCEP/NCAR برای تأمین داده‌ها سپاسگزاری می‌نمایم.

منابع:

1. Abrahams, P.W., Tranter, M., Davies, T.D. and Blackwood, I.L. 1989. '*Geochimical studies in a remote Scotish upland catchment II. Streamwater chemistry during snow-melt*', *Water, Air, and Soil Pollution* 43, 231-248.
2. Alijani,B. 2002. '*Variation of 500 hPa flow patterns over Iran and surrounding areas and their relationship with the climate of Iran*'. Theor. Appl. Climatol. 72, 41-54.
3. Baird, S.F., Buso, D.C., and Hornbeck, J.W. 1987, 'Acid pulses from snowmelt at acidic Cone Pond, New Hampshire', *Water, Air, and Soil Pollution* 34, 325-338.
4. Comrie, A.C. 1990. 'The climatology of surface ozone in rural areas: A conceptual model', *Progress in Physical Geography* 14,295-316.
5. Comrie, A.C. 1992a. '*A synoptic climatology of ozone concentrations in the forests of Pennsilvania*', Unpublished PhD dissertation, Pennsilvania State University.
6. Comrie, A.C. 1992b. 'An enhanced synoptic climatology of ozone using a sequencing technique', *Physical Geography* 26, 301-312.
7. Dilley, F.B. 1992. 'The statistical relationship between weather-type frequencies and corn(maize) yields in southeastern Pennsilvania. *Agricultural and Forest Meteorology*, 10: 201-215.
8. Harvey, H.H. and Whelpdale, D.M. 1986. 'On the prediction of acid precipitation events and their effects on fishes', *Water, Air, and Soil Pollution* 30, 579-586.
9. Kerekes, J. and Freedman, B. 1989. 'Seasonal variations of water chemistry in oliotrophic streams and rivers in Kejimkujik National Park, Noa Scocia', *Water, Air, and Soil Pollution* 46, 131-144.
10. Lynch, J.A. and Corbett, E.S. 1989. 'Hydrologic control of sulfate mobility in a forested watershed', Water Resources Research 25,1695-1703.
11. Morris, E.M. and Thomas, A.G. 1987. 'Transient acid surges in an upland stream', *Water, Air, and Soil Pollution* 34, 429-438.
12. Seip, H.M., Anderesen, D.O., Christophersen, N., Sullivan, T.J., and Vogt, R.D. 1989. 'Variations in concentrations of aqueous aluminium and other chemicals species during hydrological episodes at Birkenes, southernmost Norway', *Journal of Hydrology* 108, 387-405.
13. Stull, R.B. 2000. 'Meteorology for scientists and engineers'. Second edition, Brooks/Cole. USA
14. Yarnal, B. 1991. 'The climatology of acid rain'. In S.K. Majumdar, E.W. Miller and J. Cahir (eds.), *Air Pollution: Environmental Issues and Health Effects*, Pennsylvania Academy of Science, 155-169.
15. Yarnal, B. 1993. '*Synoptic climatology in environmental analysis*'. Belhaven Press, London and Florida.